

氏 名	NOVERINA ALFIANY		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	理 学		
学位授与番号	博甲第 5 8 3 7 号		
学位授与の日付	平成 3 0 年 9 月 2 7 日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文の題目	Numerical techniques of tsunami simulation with source fault plane data and moving boundaries on triangular mesh (震源断層面データと三角形メッシュ上の移動境界を伴う津波シミュレーションの数値的手法)		
論文審査委員	教授 渡辺 雅二	教授 梶原 毅	教授 栗原 考次
学位論文内容の要旨			
<p>The interest in tsunamis arises from the history of past events and effects to the environmental. Researchers learn to achieve a better understanding of tsunami events from data, in conjunction with theories and models intended to predict the future events and to prepare for a better countermeasure. Tsunamis are natural phenomena that have strong effects. Major tsunamis brought serious and widespread damages affecting human lives and causing environment destructions. A tsunami is generated by an earthquake or some other disturbances. Moreover, it occurred suddenly without warning. For the aim of generating better predictions and disaster countermeasures for future tsunami disasters, simulation of tsunami generations and propagations are crucial. The numerical study of tsunami propagation, through the analysis of the shallow water equations, provide the outcomes which contain information about tsunami characteristics and effects. Those outcomes should contribute to the establishment of early warning systems for tsunami disaster countermeasures.</p> <p>To investigate tsunami phenomenon, nonlinear shallow water equations, <i>i.e.</i> a system of partial differential equations consisting of momentum equations and the continuity equations were utilized. A system of ordinary differential equations was obtained by reducing the system of partial differential equations with spatial discretization over a triangular mesh. Ordinary differential equations (ODE) solvers were applied to the resultant system of the ordinary differential equations, in conjunction with a moving boundary technique. In particular, the fourth order Adams-Bashforth-Moulton predictor-corrector in PECE mode in conjunction with the Runge-Kutta method was employed. Numerical techniques, specifically water elevation, were tested with the exact solutions of a moving boundary shallow water equations. In the simulation, what is called, wet and dry scheme was applied at each time step. The application of the wet and dry scheme requires changing conditions on both nodes and elements. The exact solutions of the two-dimensional nonlinear shallow water equations for flow above parabolic bottom topography were available. The comparison between both solutions, the exact solution and a numerical solution, was considered. An acceptable agreement between the exact solution and the numerical solution resultant was shown for the first 800 seconds. The numerical results for the water surface elevation started to increase enormously around the water surface boundaries and became uncontrollable.</p> <p>The Mentawai 2010 tsunami and the Indian Ocean 2004 tsunami were simulated. The bathymetry data were obtained from the British Oceanographic Data Centre (BODC), General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) One Minute Grid (GRIDONE). The data, which originally provided in terms of longitude, latitude, and depth, were transformed into projected coordinates by Gauss-Krüger projection. The initial water surface displacement based on source planes generated by other authors was set. Nine parameters concerning the source fault planes were longitude, latitude, length, width, depth, strike angle, rake angle, dip angle, and slip amount distribution. Our numerical study will hopefully contribute to the establishment of a tsunami early warning system.</p>			

論文審査結果の要旨

Noverina Alfiany氏は、震源断層面データと三角形メッシュ上の移動境界を伴う津波伝播シミュレーションをテーマとして、岡山大学大学院環境生命科学研究科博士後期課程における研究を行った。同氏に取り組んできた津波シミュレーションの数値的手法としては、連続の方程式と運動方程式から導かれる時間と水平座標を変数とする偏微分方程式系に、三角形メッシュによる空間的離散化を適用し、その結果導かれる常微分方程式系にODEソルバーを適用するものである。また、三角形メッシュ上の各接点における全水深の符号の変化により、三角形メッシュ上の移動境界を考慮した。前述の数値的手法は他の研究者により様々な移動境界を伴う問題に用いられてきたが、同氏は解が既知の問題に適用しその妥当性の検証を試み、また移動境界問題の数値的解析の困難な点も指摘した。更に、同氏は前述の数値解析的手法に震源断層面データを導入した数値シミュレーションを行った。2010年10月25日にマグニチュード7.8の地震により発生し、インドネシア・メンタワイ諸島を襲ったメンタワイ津波の数値シミュレーションでは、数値結果と定点のデータを比較することによりシミュレーション結果の妥当性を検証した。同氏は、2004年12月26日のスマトラ島沖地震で発生し、インド洋沿岸諸国に甚大な被害を及ぼしたインド洋大津波の数値シミュレーションを行った。この数値シミュレーションでは、水位は30 m 以上になると30 m として取り扱った。

津波の発生源からの到達時間や沿岸での波高および遡上に関するリアルタイムの予測は、防災の観点から重要な課題である。震源断層面データからの数値シミュレーションに関する同氏の研究は、今後早期警戒システムの構築に向け寄与することが多いに期待される。また、その充実した内容から学位論文にまとめられた同氏の研究は岡山大学大学院環境生命科学研究科博士後期課程の学位に相応しいものである。